

GPS ÖLÇÜ SÜRESİNİN NOKTA KONUM DOĞRULUĞU İLE İLİŞKİSİ

Beytullah YALÇIN¹, Cevat İNAL², İbrahim KALAYCI²

¹Selçuk Üniversitesi, Kadınhanı Faik İÇİL Meslek Yüksekokulu, KONYA

²Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, 42031, KONYA

ÖZET: GPS baz ölçülerinin doğruluğunu etkileyen faktörlerden biriside ölçü süresidir. Bu nedenle arzu edilen doğruluğa ulaşmak için gerekli süre kadar ölçü yapılır. Başka bir deyişle optimal ölçü süresinin belirlenmesi gerekir. Doğal olarak fazladan yapılan her ölçü maliyeti artırır. Bu çalışmada 20 km ye kadar bazlardan oluşan 8 noktaya ait ölçü süresi ile nokta konum doğruluğu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla 8 noktadan ve 19 bazdan oluşan bir ağda, 253 dakika süre ile, statik yöntemle ölçü yapılmıştır. Yapılan ölçüler 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180 210, 240 ve 253 dakikalık ölçü sürelerine ayrılarak Leica Geo Office 2 (LGO) yazılımı ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu elde edilen her bir noktaya ait konum doğruluğu ile süre arasındaki ilişkisini belirten korelasyon katsayısı hesaplanmış ve hesaplanan katsayının anlamlılık testi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: GPS, Doğruluk, Duyarlık, Statik ölçü yöntemi, Korelasyon.

The Effect of GPS Measurement Time on Baselines Accuracy

ABSTRACT: One of the factors effecting accuracy of GPS measurement is observation period. To reach to desired accuracy, GPS observations are collected in a sufficient time of period. In other word, optimal measurement period is required to be decided. As the nature of GPS observations, more observation increases the cost of measurement process. In this study, relationship between observation period and accuracy of point positions in interest was investigated for the bases up to 20 km. For this purpose, in a network with 8 points and 19 baselines, GPS observation were collected for 253 minutes using static GPS observation technique. After ward, observations were divided in to 15, 20, 25, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 and 253 minutes, than each one group of observation were post processed Leica Geo Office software. As out come, correlation coefficient describing the relationship between positional accuracy for each point and observation period were computed and then tested these coefficients for significantly.

Key Words: GPS, Accuracy, Precision, Static measurement method, Correlation.

GİRİŞ

Yeryüzündeki bir noktanın üç boyutlu konumunun belirlenmesi işlemi, klasik yersel sistemlerle belirlenmekle birlikte teknolojiye gelişmeler GPS (Global Positioning System) kullanımına olanak sağlamaktadır.

GPS ile konum belirleme işlemi; uydulardan yayınlanan radyo dalgaları yardımıyla, uydu ile yeryüzündeki noktalar arasındaki uzaklığın belirlenmesi, diğer bir deyişle uzayda geriden kestirme işlemidir (Wolf and Ghilani, 1997).

Klasik ölçme yöntemlerinde olduğu gibi GPS ölçmelerinde de bir takım hatalar mevcuttur. Bu hatalar; hata teorisine göre kaba, tesadüfî ve sistematik hatalar olarak belirlenebilmesi için doğruluk ve duyarlık kavramlarının iyi bilinmesi gerekir.

Doğruluk, ölçü değerinin gerçek değere yakınlığının ölçüsüdür. Ölçmede doğruluk öncelikli öneme sahiptir. Bunu yaparken maksimum doğruluk değil de arzu edilen doğruluk önemlidir. Gereğinden fazla doğruluk isteği ölçme hızını düşürür ve maliyeti artırır (Charles and Herubin, 1991). Duyarlık ise bir

ölçme aleti ile ölçülebilen en küçük birimdir ve ölçülerin birbirine yakınlığıdır. Ölçüler arasındaki fark azaldıkça ve ölçü aletindeki birim küçüldükçe duyarlık artar. Bir ölçünün duyarlığı ölçü süresince çevresel koşulların sabitliğine, ölçmede kullanılan donanımın kalitesine, ölçme yöntemine ve ölçüyü yapan kişinin bilgi ve becerisine bağlıdır (Poyraz ve diğ., 2005). Ölçülerdeki yüksek duyarlık isteği maliyeti artırır. Daha pahalı ekipman kullanılmasını gerektirir ya da ölçme süresini uzatır. Ölçmede arzu edilen, ölçülerin yeterli doğrulukta ve duyarlılık olmasıdır. Bunun için uygun koşullarda ölçme yapılması, uygun ölçme yönteminin ve ekipmanın seçilmesi, ölçme sırasında gerekli titizliğin gösterilmesi, ölçülerin kaba ve sistematik hatalardan arındırılması gerekir (İnal ve Çakır, 2004).

Bu çalışmada; yerel bir ağda GPS ölçü süresinin nokta konum doğruluğuna etkisi araştırılmıştır. Ölçüler, 2 TUTGA (Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı), 1 AGA (Ana GPS Ağı) ve 5 SGA (Sıklaştırma GPS Ağı) noktaları olmak üzere toplam sekiz adet noktada Statik Ölçü Yöntemi ile eş zamanlı yapılmıştır. Noktalar arasındaki baz uzunluğu yaklaşık 2,5 km ila 20 km arasında değişmektedir.

GPS DOĞRULUĞUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Günümüzde GPS, nokta konumlarının belirlenmesinde vazgeçilmez bir araçtır. Ancak, GPS alıcısı ile belirlenen konumun doğruluğunu etkileyen faktörlerde vardır. Bu faktörlerin bazılarının ölçü doğruluğuna olan olumsuz etkileri uygun modeller kullanılarak önemli ölçüde azaltılabilir ya da yok edilebilir.

Genel olarak GPS doğruluğuna etki eden faktörler;

- Kullanılan GPS ölçü tekniği
- Çevre faktörleri
- Görünen uydu sayısı
- Uydu geometrisi
- Sabit alıcıdan olan uzaklık
- İyonosferik şartlar
- GPS alıcısının kalitesi
- Ölçü süresi

olarak sıralanabilir (Bean ve Ferguson, 2003).

Yapılan çalışmada ölçü süresi ile nokta konum doğruluğu arasındaki ilişki araştırıldığı için, bu ilişkiyi en çok etkileyen uydu geometrisi ve ölçü süresi dikkate alınmıştır. Diğer etkiler ise göz ardı edilmiştir.

Uydu Geometrisinin Doğruluğa Etkisi

GPS doğruluğuna etkileyen önemli faktörlerden biride uydu geometrisi veya görünen uyduların gökyüzündeki dağılımıdır. Bir jeodezik ağda GPS uyduları gökyüzünde geniş bir alanda dağılmışlarsa elde edilecek doğruluk, uyduları bir araya kümelenmiş olmaları durumundan daha iyidir.

Uydu geometrisinin uygunluğunun ölçütü DOP' tur. DOP değeri ne kadar düşükse GPS ile belirlenen konum doğruluğu o kadar iyi olacaktır (Tablo 1). Ancak doğruluk için diğer faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Bean ve Ferguson, 2003).

Tablo 1. DOP değerleri.

Table 1. DOP values.

DOP değeri	Tanımlama
1	İdeal
2-3	Çok iyi
4-6	İyi
7-8	Orta
9-20	Vasat
21-50	Zayıf

Bazı pahalı GPS alıcıları, uygulama yaparken arazide DOP değerini hesaplayıp gösterebilmekte bazı alıcılar ise arazide DOP değerini açıkça gösterememektedir. Fakat DOP faktörü elde edilen doğruluğu önemli ölçüde etkilemektedir. Eğer belirli bir konum ve belirli bir gün için, hatta geçmişe yönelik olarak en kötü DOP değerinin genel göstergesi görülmek isteniyorsa, ABD Hava Kuvvetleri bünyesindeki "GPS Operations Center" tarafından ABD ve dünya geneline ait belirli bir 24 saatlik periyot için yayınlanan en yüksek DOP değerini (dolayısıyla en düşük doğruluk) gösteren haritalara bakılabilir

(<http://freegeographytools.com/2007/gps-dilution-of-precision-maps>).

Ölçü Sürelerinin Doğruluğa Etkisi

GPS ağlarında baz bileşenlerinin doğruluğu, çevresel ve aletsel hata bileşenlerinin en uygun şekilde modellendiği varsayımıyla bazın uzunluğuna ve ölçme zamanına, başka bir deyişle bazı sınırlandıran noktalardaki eş zamanlı gözlem süresine bağlıdır. Gözlem süresi için yapılan bir seçim, jeodezik ağların duyarlılığı açısından oldukça önemlidir. Bunun yanında zaman-maliyet ilişkisinin amaca uygunluğu da göz önüne alınmalıdır. Genel olarak GPS gözlem süresinin fazla olması ve verilerin istenilen şekilde editlenmesi açısından elde edilecek doğruluğu artırıcı bir etkiye sahiptir. Fakat gözlem süresinin uzun tutulması proje maliyeti ve süresi açısından dezavantaj teşkil etmektedir. Amaca yönelik en uygun GPS gözlem süresinin tespiti, yapılan birçok değişik çalışmalarda ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, uzunluğu 2 km nin üzerinde olan bazlarda, 1ppm ve daha iyi bir doğruluk elde etmek için 1 saatlik bir gözlem süresinin yeterli olduğu, 10-15 km arasındaki bazlarda ise aynı doğruluğu elde etmek için 2 saatlik bir gözlem süresini gerektiği vurgulanmıştır (Ghosh ve diğ., 2001).

UYGULAMA

GPS ölçüleri, Konya mücavir alan sınırları içinde 37°52'07."94758-38°01'19."90627 enlemleri ile 32°23'38."08646-32°31'54."75885 boylamları arasında kalan bölgede Konya Yağmur Suyu Uzaklaştırma Projesine ait 2 TUTGA, 1 C1, 3 C2 ve 2 GPS nivelman noktası olmak üzere, 8 adet noktada yapılmıştır (Şekil 1).

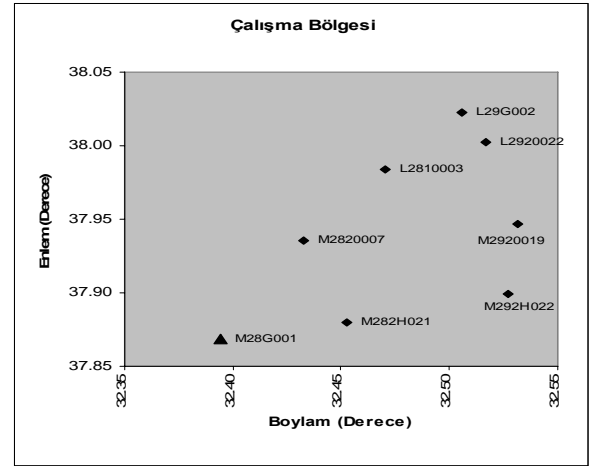
Oluşturulan GPS ağında eş zamanlı olarak 253 dakika veri toplanmış olup noktalar 2,5 km ile 20 km arasında değişmektedir.

GPS gözlemleri 8 adet farklı tip ve model alıcı ile yapılmıştır (Tablo 2).

Ölçüler sabah saat 8:27 den itibaren eş zamanlı olarak 253 dakika yapılmıştır. Gözlem parametreleri olarak uydu yükseklik açısı 15°, veri kayıt aralığı (epok aralığı) 10 saniye, gözlenen en az uydu sayısı 6 olarak ölçü yapılmıştır.

Ölçüye çıkılmadan önce Trimble Planning version 2.7 yazılımı kullanılarak planlama

parametreleri (Tablo 3) girilerek, GPS görev planlaması yapılmıştır. Ölçü gününe ait DOP değerlerinin (Şekil 3) değişimi incelenmiştir. Planlamaya ait DOP grafiği (Şekil 2) incelenerek en uygun ölçü zamanının 8:00 ile 13:00 saatleri arası olduğu görülmüştür. Planlama verileri göz önüne alınarak ölçüler 8:27 ile 12:52 saatleri arasında eş zamanlı olarak yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma bölgesi.

Figure 1. Study area.

Tablo 2. GPS gözlemlerinde kullanılan alıcı ve anten tipleri.

Table 2. GPS receiver and antenna types used in GPS observations.

Adet	Alıcı Tipi	Anten Modelleri
3	AshtechZ Surveyor	AstechMarine III L1/L2 700700.B
2	Leica	AT 302
3	Leica	AX1202

Ölçü süresince kaydedilen ölçüler RINEX formatına dönüştürülmüştür. Yapılan ölçüler Leica Geo Office Version 2.0 (LGO) yazılımı ile değerlendirilmiştir. Nokta bilgileri, anten tipi ve yükseklik değerleri kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Baz çözümlerinden önce, GPS baz çözüm parametre ayarları yapılmıştır (Tablo 4).

15, 20, 25, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 ve 253 dakikalık ölçü sürelerine ayrılarak ayrı ayrı çözüm yapılmıştır. Her bir bazın $1.7 \leq PDOP \leq 4.9$ ve $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ bileşenlerine ait standart sapmaların BÖHHBÜ'ye göre $\sigma_{\Delta X}, \sigma_{\Delta Y}, \sigma_{\Delta Z} \leq 10mm + 1ppm$

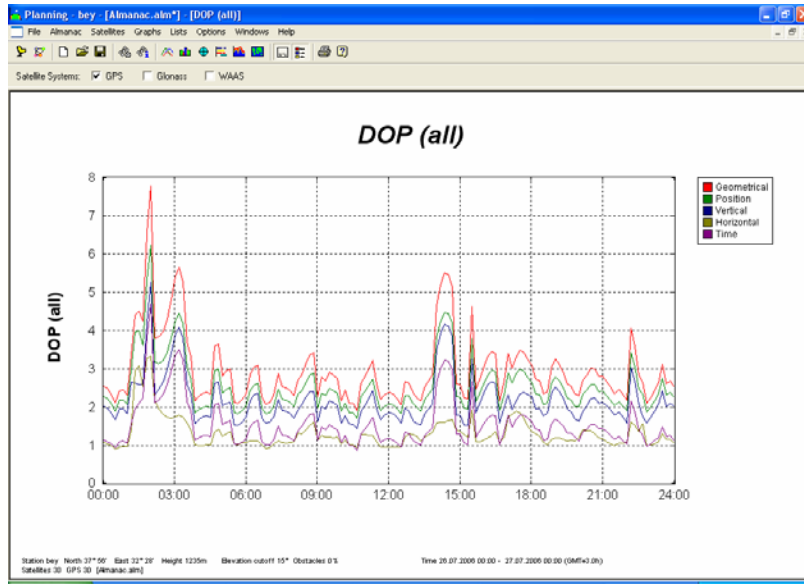
olduğu görülmüştür. PDOP değerlerinin 6 dan büyük olan veri aralıkları çıkartılarak, baz çözümleri yenilenmiştir. Bütün ölçü sürelerine ait veriler bu standartlar dahilinde değerlendirilmiştir (Yalçın, 2007).

M28G001 nolu nokta sabit alınarak yapılan dengeleme sonunda her bir ölçü süresi için noktaların X, Y ve Z kartezyen koordinatlarına ait standart sapma ($stdX, stdY, stdZ$) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan $stdX, stdY$ ve $stdZ$ standart sapmalarının 1 cm den küçük olduğu görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 3. Planlama parametreleri.

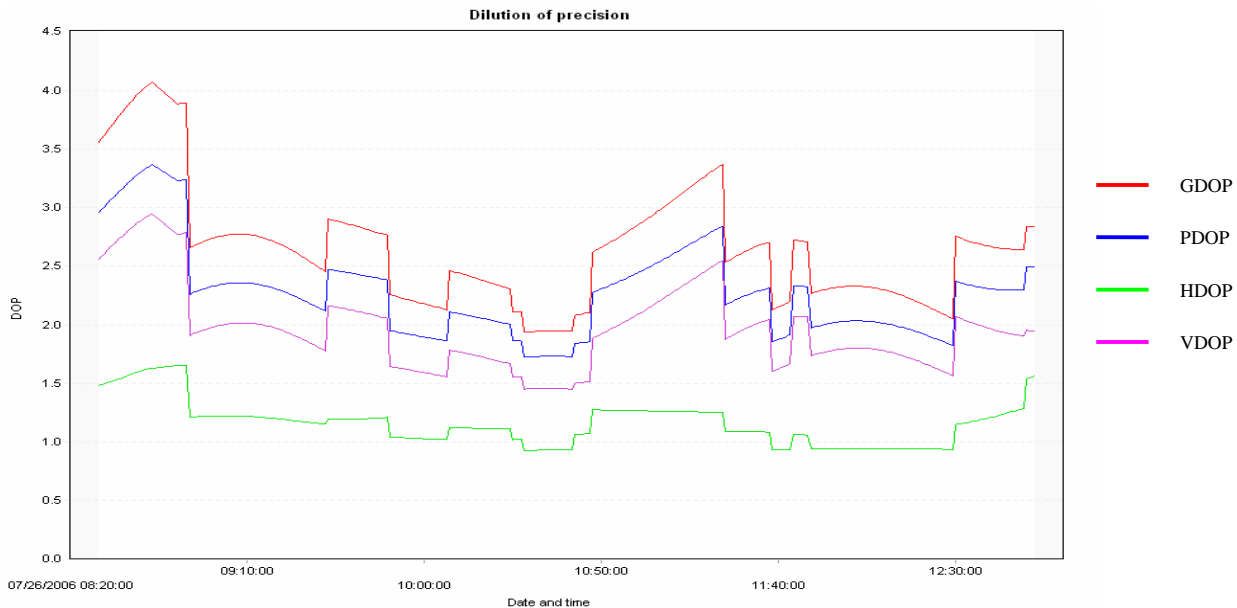
Table 3. Planning parameters.

Enlem	37 56'
Boylam	32 28'
Elipsoit yüksekliği	1235 [m]
Zaman aralığı	26.07.2006.00:00:00-27.07.2006.00:00:00
Saat	GTB Standart Saati(DST)
Ofset GMT	+3.0 [h]
Yükseklik açısı	15
Engelleme editörü	0%
GPS uyduları	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31



Şekil 2. GPS görev planlamasına ait DOP grafiği.

Figure 2. DOP graph for GPS mission planning.



Şekil 3. Ölçüye ait DOP grafiği.

Figure 3. DOP graph for observation.

Tablo 4. GPS baz çözüm parametreleri.
Table 4. Parameters for GPS baseline solutions.

Parametreler	Parametre Kriterleri
Uydu Yükseklik Açısı	15°
Kullanılan Efemeris Bilgileri	Broadcast (yayın) Efemeris
Çözüm Tipi	Otomatik (faz+kod)
Frekans Tipi	Otomatik (L1+L2, Iono free (L3))
Çözüm İçin min. Süre	300 saniye
Troposferik Model	Hopfield
İyonosferik Model	Otomatik
Değerlendirme Tipi	Tüm bazlar
Koordinat Elde Etme Stratejisi	Zamana bağlı

Tablo 5. Noktaların kartezyen koordinatlarına ait standart sapmaları ve ölçü sürelerine göre ortalama hatası.
Table 5. Mean errors of points according to observation period at stations.

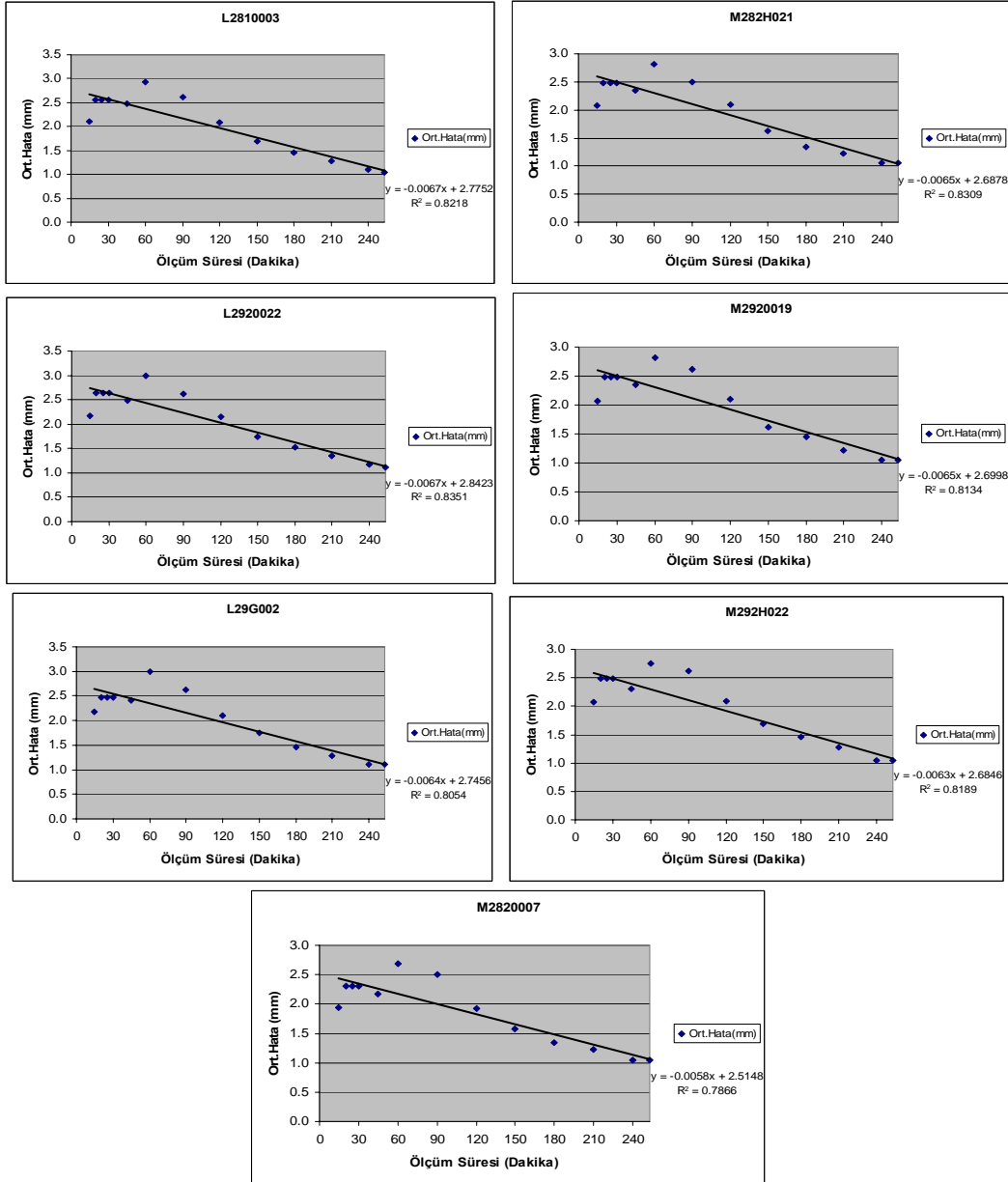
L2810003					M282H021				
SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)	SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)
15	1.3	0.9	1.4	2.1	15	1.3	0.8	1.4	2.1
20	1.5	1.0	1.8	2.5	20	1.5	1.0	1.7	2.5
25	1.5	1.0	1.8	2.5	25	1.5	1.0	1.7	2.5
30	1.5	1.0	1.8	2.5	30	1.5	1.0	1.7	2.5
45	1.5	1.0	1.7	2.5	45	1.4	1.0	1.6	2.3
60	1.7	1.3	2.0	2.9	60	1.7	1.2	1.9	2.8
90	1.6	1.2	1.7	2.6	90	1.5	1.2	1.6	2.5
120	1.3	1.0	1.3	2.1	120	1.3	1.0	1.3	2.1
150	1.1	0.8	1.0	1.7	150	1.0	0.8	1.0	1.6
180	0.9	0.7	0.9	1.5	180	0.9	0.6	0.8	1.3
210	0.8	0.6	0.8	1.3	210	0.8	0.6	0.7	1.2
240	0.7	0.5	0.7	1.1	240	0.7	0.5	0.6	1.0
253	0.7	0.5	0.6	1.0	253	0.7	0.5	0.6	1.0

L2920022					M2920019				
SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)	SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)
15	1.3	0.9	1.5	2.2	15	1.3	0.8	1.4	2.1
20	1.6	1.1	1.8	2.6	20	1.5	1.0	1.7	2.5
25	1.6	1.1	1.8	2.6	25	1.5	1.0	1.7	2.5
30	1.6	1.1	1.8	2.6	30	1.5	1.0	1.7	2.5
45	1.5	1.0	1.7	2.5	45	1.4	1.0	1.6	2.3
60	1.8	1.3	2.0	3.0	60	1.7	1.2	1.9	2.8
90	1.6	1.2	1.7	2.6	90	1.6	1.2	1.7	2.6
120	1.3	1.0	1.4	2.2	120	1.3	1.0	1.3	2.1
150	1.1	0.8	1.1	1.7	150	1.0	0.8	1.0	1.6
180	1.0	0.7	0.9	1.5	180	0.9	0.7	0.9	1.5
210	0.9	0.6	0.8	1.3	210	0.8	0.6	0.7	1.2
240	0.8	0.5	0.7	1.2	240	0.7	0.5	0.6	1.0
253	0.7	0.5	0.7	1.1	253	0.7	0.5	0.6	1.0

L29G002					M292H022				
SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)	SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)
15	1.3	0.9	1.5	2.2	15	1.3	0.8	1.4	2.1
20	1.5	1.0	1.7	2.5	20	1.5	1.0	1.7	2.5
25	1.5	1.0	1.7	2.5	25	1.5	1.0	1.7	2.5
30	1.5	1.0	1.7	2.5	30	1.5	1.0	1.7	2.5
45	1.4	1.0	1.7	2.4	45	1.4	0.9	1.6	2.3
60	1.8	1.3	2.0	3.0	60	1.6	1.2	1.9	2.8
90	1.6	1.2	1.7	2.6	90	1.6	1.2	1.7	2.6
120	1.3	1.0	1.3	2.1	120	1.3	1.0	1.3	2.1
150	1.1	0.8	1.1	1.7	150	1.1	0.8	1.0	1.7
180	0.9	0.7	0.9	1.5	180	0.9	0.7	0.9	1.5
210	0.8	0.6	0.8	1.3	210	0.8	0.6	0.8	1.3
240	0.7	0.5	0.7	1.1	240	0.7	0.5	0.6	1.0
253	0.7	0.5	0.7	1.1	253	0.7	0.5	0.6	1.0

M2820007

SÜRE	stdX(mm)	stdY(mm)	stdZ(mm)	m (mm)
15	1.2	0.8	1.3	1.9
20	1.4	0.9	1.6	2.3
25	1.4	0.9	1.6	2.3
30	1.4	0.9	1.6	2.3
45	1.3	0.9	1.5	2.2
60	1.6	1.2	1.8	2.7
90	1.5	1.2	1.6	2.5
120	1.2	0.9	1.2	1.9
150	1.0	0.7	1.0	1.6
180	0.9	0.6	0.8	1.3
210	0.8	0.6	0.7	1.2
240	0.7	0.5	0.6	1.0
253	0.7	0.5	0.6	1.0



Şekil 4. Ölçü süresi ortalama hata ilişkisi.

Figure 4. Relationship between observation period and mean error.

Her bir noktanın ölçü sürelerine göre konum ortalama hatası;

$$m = \sqrt{stdX^2 + stdY^2 + stdZ^2} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanarak, ölçü süresi ortalama hata ilişkisi Şekil 4 'de verilmiştir.

Regresyon doğrusunun ,

$$y = m.x + n \quad (2)$$

şeklinde ifade edilen denklemini bulmak için m ve n katsayıları hesaplanır (Montgomery ve Peck, 1991) (Tablo 6).

Şekil 4 deki R² değeri ortalama hatadaki değişimin ne kadarlık kısmının ölçü süresine bağlı olduğunu göstermektedir.

Nokta konum doğruluğu ile ölçüm süresi arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığını test etmek için;

$$m_R = \sqrt{\frac{1 - R^2}{n - 2}} \quad (3)$$

eşitliği ile korelasyon katsayısının standart sapması (n:13, seçilen süre sayısı),

$$t = \frac{R}{m_R} \quad (4)$$

ile test büyüklüğü hesaplanmıştır(Yerci,2002). Hesaplanan değer t tablosundan alınan $t_{n-2,0.95} = 1,796$ tablo değeri ile karşılaştırılmış $t > t_{Tablo}$ olduğundan nokta konum doğruluğu ile ölçüm süresi arasındaki ilişkinin anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır(Tablo 7).

Tablo 6. Noktalara ait m, n ve korelasyon (R) katsayıları.
Table 6. Correlation coefficients (R) and m and n values for points.

NN	m	n	R2	R
L2810003	-0.0067	2.7752	0.8218	-0.90653
M282H021	-0.0065	2.6878	0.8309	-0.91154
L2920022	-0.0067	2.8423	0.8351	-0.91384
M2920019	-0.0065	2.6998	0.8134	-0.90189
L29G002	-0.0064	2.7456	0.8054	-0.89744
M292H022	-0.0063	2.6846	0.8189	-0.90493
M2820007	-0.0058	2.5148	0.7866	-0.88690

Tablo 7. Korelasyon katsayısının anlamlılık testi.
Table 7. Correlation coefficients significance test.

Nokta No	R^2	Korelasyon Katsayısı R	Korelasyon Kat.std. Sap. mr	Test Büyüklüğü t	Karar
L2810003	0.8218	-0.9065	0.1273	7.12	Anlamlı
M282H021	0.8309	-0.9115	0.1240	7.35	"
L2920022	0.8351	-0.9138	0.1224	7.46	"
M2920019	0.8134	-0.9019	0.1302	6.92	"
L29G002	0.8054	-0.8974	0.1330	6.75	"
M292H022	0.8189	-0.9049	0.1283	7.05	"
M2820007	0.7866	-0.8869	0.1393	6.37	"

SONUÇ

GPS ölçülerinin doğruluğunu; kullanılan ölçü yöntemi, çevre faktörleri, görünen uydu sayısı, uydu geometrisi, sabit alıcıdan olan uzaklık, iyonosferik şartlar, GPS alıcısının kalitesi ve ölçü süresi gibi pek çok faktör etkilemektedir. Bu faktörlerden bir kısmının olumsuz etkisi ölçü başlangıcında planlama yapılarak, uygun ölçme zamanı, uygun ölçme alıcısı ve ölçme yöntemi seçilerek en aza indirilebilir. Bu çalışmada ölçü süresi ile nokta konum doğruluğu arasındaki ilişki araştırılmıştır. Test alanındaki noktalar sinyal yansımaları olmayacak bölgelerde seçilmiş, ölçü yöntemi olarak statik yöntem kullanılmış, en uygun uydu geometrisini elde etmek amacıyla başlangıçta ölçü planlaması yapılmıştır. 15, 20,

25, 30, 60, 90, 120, 150, 180 210, 240, 253 dakikalık ölçülerin ayrı ayrı değerlendirilmesi yapılmış ve en küçük kareler yöntemi ile dengeleme yapılarak noktaların konum ortalama hataları hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmede ölçü süresi ile nokta konum doğruluğu arasında güçlü bir ilişki olduğu ve bu ilişkiyi belirten korelasyon katsayısının 0.8869 ile 0.9135 arasında değiştiği görülmüştür. Ayrıca ortalama hatadaki değişimin ne kadarlık kısmının süre ile ilişkili olduğunu açıklayan R^2 belirleme katsayıları hesaplanmıştır. Bütün noktalar için hesaplanan katsayılar 0.7866 ile 0.8351 arasında değişmektedir. Bu durum nokta konum doğruluklarının %78.7-%83.5'lik kısmının süreye bağlı olduğunu ve süre arttıkça doğruluğun arttığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Bean, E.J., Ferguson, C.R.** (2003). Effective Use of the ConnDOT GPS Base Station, JHR 03-289, Project 94-4, Central Connecticut State University
- Charles, A., Herubin, P.E.** (1991). Principles of Surveying, Prentice-Hall, Inc.
- Ghosh, R., Jayaprasad, P., Narender, B., Anjum, M.A., Sunanda, P., Trivedi, Rana, Y.P. ve Srivastava, P.K.** (2001). Comparative evaluation and validation of single and dual frequency GPS observations, Asian GPS Conference, October 29-30, New Delhi, India.
- <http://freegeographytools.com/2007/gps-dilution-of-precision-maps>
- İnal, C., Çakır, S.** (2004). Doğruluk ve hassasiyet, Mülkiyet Dergisi, Sayı 53, s. 13-15.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A.** (1991). Introduction to Linear Regression Analysis, Jhon Wiley & Sons, Inc. Newyork.
- Wolf, P.R., Ghilani, C.D.** (1997). Adjustment Computations, Statistics and Least Squares in Surveying and GIS, Jhon Wiley & Sons, Inc. Newyork.
- Yalçın, B.** (2007). Yerel Bir Ağda GPS Ölçü Süresinin Nokta Konum Doğruluğuna Etkisinin Araştırılması, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Yerci, M.** (2002). Hatalar Bilgisi ve İstatistik, S.Ü. Müh.-Mim. Fakültesi, Yayın no: 6, Konya.